

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001260346 A**

(43) Date of publication of application: **25.09.01**

(51) Int. Cl

B41J 2/045
B41J 2/055

(21) Application number: **2000071761**

(22) Date of filing: **15.03.00**

(71) Applicant: **RICOH CO LTD**

(72) Inventor: **OHASHI MIKIO**
KOMAI HIROMICHI

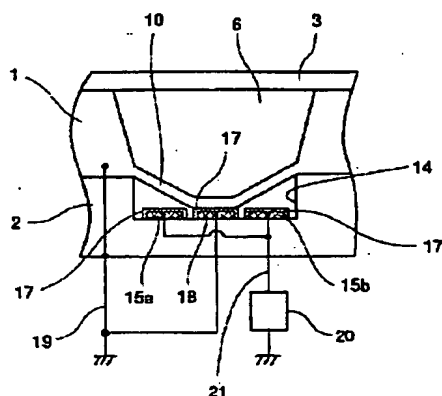
(54) **INK DROP EJECTION HEAD AND INK JET RECORDER**

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ink drop ejection head performing ink drop ejecting operation stably and an ink jet recorder in which image quality is stabilized through a simple arrangement by solving the problems of a conventional electrostatic force type ink jet head that the size is increased because an extra driving voltage source of different polarity must be provided in order to ensure stabilized ink ejection by removing residual charges and that cost is increased on the drive circuit side because other elements used in the drive circuit must withstand the voltages of the opposite polarities and an element having a withstanding voltage two times as high as the driving voltage for ejecting ink is required.

SOLUTION: A facing part 18 is provided to touch a diaphragm 10 upon deformation thereof and the potential of the facing part 18 is equalized to that of the diaphragm 10.





620010670001260346

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-260346

(P2001-260346A)

(43) 公開日 平成13年9月25日 (2001.9.25)

(51) Int. Cl.

B 4 1 J 2/045
2/055

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

テーム (参考)

1 0 3 A 2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-71761(P2000-71761)

(22) 出願日 平成12年3月15日 (2000.3.15)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 大橋 幹夫

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(72) 発明者 駒井 博道

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(74) 代理人 230100631

弁理士 稲元 富保

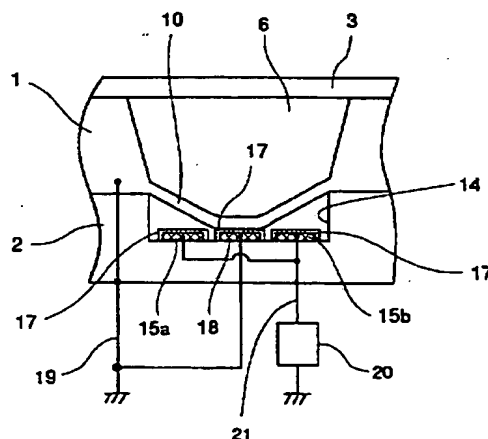
Fターム(参考) 2C057 AF34 AF66 AF67 AF81 AG51
AG54 BA05 BA15

(54) 【発明の名称】 インク滴吐出ヘッド及びインクジェット記録装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 従来の静電力型インクジェットヘッドにあつては、残留電荷を除去し安定したインク吐出を行うために、極性の異なる駆動電圧源を別に設けなければならないので、装置が大型化する。また、駆動回路に使用される他の素子の耐電圧としても、両極性分の電圧に耐えうる必要があるため、インクを吐出させる駆動電圧値よりも倍の耐電圧を有した素子を使用しなければならず、駆動回路側のコストが高くなってしまうので、安定したインク滴吐出動作を行うことができるインク滴吐出ヘッド及び画像品質が安定し装置構成が簡単なインクジェット記録装置を提供する。

【解決手段】 振動板10が変形変位したときに接触する接触対向部18を設け、その接触対向部18と振動板10とを同電位とした。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 インク滴を吐出するノズルと、そのノズルに連通するインク流路と、そのインク流路の壁面を形成する振動板と、その振動板に対向する対向電極とを有し、前記振動板を静電力で変形させてインク滴を吐出させるインク滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板が変形して振動板が接触可能な接触対向部とを有し、その接触対向部が振動板と同電位であることを特徴とするインク滴吐出ヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載のインク滴吐出ヘッドにおいて、前記接触対向部の表面とその接触対向部に接する振動板の表面とは電気的伝導性を有していることを特徴とするインク滴吐出ヘッド。

【請求項3】 請求項1又は2に記載のインク滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板と前記接触対向部との間の距離が前記振動板と前記対向電極との間の距離よりも短くしたことを特徴とするインク滴吐出ヘッド。

【請求項4】 請求項3に記載のインク滴吐出ヘッドにおいて、前記接触対向部の高さが前記対向電極の高さよりも高いことを特徴とするインク滴吐出ヘッド。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載のインク滴吐出ヘッドにおいて、前記接触対向部は振動板短手方向の略中央部に設けたことを特徴とするインク滴吐出ヘッド。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載のインク滴吐出ヘッドにおいて、前記対向電極の表面側に絶縁層を設け、その絶縁層上に前記振動板が接する接触対向部を設けたことを特徴とするインク滴吐出ヘッド。

【請求項7】 請求項6に記載のインク滴吐出ヘッドにおいて、前記接触対向部は前記対向電極の振動板短手方向の略中央部に設けたことを特徴とするインク滴吐出ヘッド。

【請求項8】 インク滴を吐出するインクジェットヘッドを搭載したインクジェット記録装置において、前記インクジェットヘッドが前記請求項1乃至7のいずれかに記載のインク滴吐出ヘッドであることを特徴とするインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はインク滴吐出ヘッド及びインクジェット記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像記録装置（画像形成装置を含む。）に用いられるインクジェット記録装置における液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドとして、インク滴を吐出するノズルと、そのノズルに連通するインク流路（インク室、圧力室、吐出室、加圧室、加圧液室などとも称される。）と、そのインク流路の壁面を形成する第一電極を兼ねる振動板と、これに対向する対向電極

2

（第二電極）とを備え、振動板を静電力で変形変位させてノズルからインク滴を吐出させる静電力型インクジェットヘッドが知られている。

【0003】 ここで、従来の静電力型インクジェットヘッドにおいては、各ノズルから吐出される一回当たりのインク吐出量を一定に安定させ、印字品質を安定化させるために、その振動板と対向電極との間の微小ギャップ（隙間）の寸法精度を高精度にして、振動板の変位量を精度よく一定に制御し保たなければならないが、現状の技術では極めて難しい技術である。

【0004】 また、静電気力を利用して振動板を変形変位させる静電力型では、圧電素子を利用して振動板を変形変位させる圧電型のものに比べて、同じ電圧で発生できる吐出圧力が非常に低く、しかも発生圧力は距離の逆数の二乗に比例するので、圧電型と同等の吐出圧力を得るには圧電型に比べて倍以上の非常に高い駆動電圧が必要となり、ヘッドコストも高くなる。

【0005】 そのため、静電力型インクジェットヘッドにおいて、低電圧駆動を行うためには、振動板と対向電極との間のギャップをより小さくすることが好ましいことではあるが、ギャップをより小さくすると、より強い静電引力が働くため、変形した振動板が対向電極に接触し、ギャップ部において気体の絶縁破壊や電界放出などによる放電の大電流が瞬間的に流れ、対向電極を溶融したり、対向電極と振動板とが短絡を生じたりしてヘッドを破壊するおそれがある。

【0006】 そこで、特開平7-214769号公報に記載されているように、振動板側の対向電極に対向する面側に酸化膜や窒化膜等の絶縁膜を設け、また、対向電極としてITOから成る酸化物導電体を使用し、振動板を絶縁膜を介して対向電極に当接させることにより、振動板の変位量を一定に安定化させ、ギャップ部での短絡によるヘッド破壊を回避するようにしている。

【0007】 ところが、このようなヘッドにおいて、振動板と対向電極との間に電圧を印加し、絶縁膜を介して振動板を対向電極側へ当接させた場合、振動板側の絶縁膜、及び対向電極側の誘電体に電荷が残留し、その残留電荷が作り出す電界により振動板と対向電極との相対変位量が低下する。この相対変位量の低下は、インク滴の吐出量やインク滴の吐出速度の低下等を招き、吐出不良の原因となり、例えば印字濃度や画素ずれ等の印字品質不良や画素抜け等の信頼性の低下を招くという問題を有している。

【0008】 そのため、更に同公報に記載されているように、上記残留電荷を除去しながらインク吐出を行うために、1滴のインク吐出動作毎に極性の異なる駆動電圧を交互に対向電極へ印加するように構成している。すなわち、極性の異なる駆動電圧を交互に対向電極へ印加することにより、各極性の電圧で振動板と対向電極との間に発生した残留電荷を打ち消し合うことが可能となり、

その結果、振動板と対向電極との相対変位量を一定に保つことができ、安定したインク滴吐出動作を維持することが可能となるというものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の静電力型インクジェットヘッドにあっては、残留電荷を除去し安定したインク吐出を行うために、極性の異なる駆動電圧源を別に設けなければならないので、装置が大型化する。また、駆動回路に使用される他の素子の耐電圧としても、両極性分の電圧に耐えうる必要性があるため、インクを吐出させる駆動電圧値よりも倍の耐電圧を有した素子を使用しなければならず、駆動回路側のコストが高くなってしまふといった問題を抱えている。

【0010】さらに、対向電極へ極性の異なる駆動電圧を交互に印加することにより残留電荷を打ち消しあっているだけに過ぎず、本質的に残留電荷が未発生の状態となっているわけではない。

【0011】したがって、例えば、対向電極へ印加される駆動電圧信号は画像信号に応じて印加されるわけであるが、画像信号に依っては、片方の極性の駆動電圧ばかりで印字されるような画像パターンもあり、その場合には、各極性の電圧での残留電荷の蓄積量が異なり、各電圧極性での振動板と対向電極との相対変位量が徐々に低下して異なってくるため、やはり、前述したように安定したインク吐出動作を行うことが困難となり、印字品質不良が発生するという課題がある。

【0012】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、安定したインク滴吐出動作を行うことができるインク滴吐出ヘッド及び画像品質が安定し装置構成が簡単なインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係るインク滴吐出ヘッドは、振動板が変形したときに振動板が接する接触対向部を有し、その接触対向部は振動板と同電位である構成としたものである。なお、「振動板」とは振動する部分の意味であり、振動板が第一電極を兼ねる場合のほか、振動板とは別体で振動板に第一電極を形成したものも含む。

【0014】ここで、接触対向部の表面とその接触対向部に接する振動板の表面とは電気的伝導性を有していることが好ましい。また、振動板と接触対向部との間の距離が振動板と対向電極との間の距離より短いことが好ましい。この場合、接触対向部の高さを対向電極の高さよりも高くすることができる。さらに、接触対向部は振動板短手方向の略中央部に設けることが好ましい。

【0015】また、対向電極の表面側に絶縁層を設け、この絶縁層上に振動板が接触する接触対向部を設けることができる。この場合、接触対向部は対向電極の振動板

短手方向の略中央部に設けることが好ましい。

【0016】本発明に係るインクジェット記録装置は、インク滴を吐出するインクジェットヘッドとして本発明に係るインク滴吐出ヘッドを用いたものである。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明の第1実施形態に係るインク滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドの分解斜視説明図、図2は同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図、図3は同ヘッドの振動板短手方向の要部拡大断面図である。

【0018】このインクジェットヘッドは、単結晶シリコン基板、多結晶シリコン基板、SOI基板などのシリコン基板等を用いた第一基板である振動板/液室基板1と、この振動板/液室基板1の下側に設けたシリコン基板、パイレックス（登録商標）ガラス基板、セラミック基板等を用いた第二基板である電極基板2と、振動板/液室基板1の上側に設けた第三基板であるノズル板3とを備え、インク滴を吐出する複数のノズル4、各ノズル4が連通するインク流路である吐出室6、各吐出室6にインク供給路を兼ねた流体抵抗部7を介して連通する共通液室8などを形成している。

【0019】振動板/液室基板1にはノズル4が連通する複数の吐出室6及びこの吐出室6の壁面である底部をなす振動板10（電極を兼ねている）を形成する凹部を形成し、ノズル板3にはノズル4となる孔及び流体抵抗部7を形成する溝を形成し、また振動板/液室基板1と電極基板2には共通液室8を形成する貫通部を形成している。

【0020】ここで、振動板/液室基板1は、例えば単結晶シリコン基板を用いた場合、予め振動板厚さにボロンを注入してエッチングストップ層となる高濃度ボロン層を形成し、電極基板2と接合した後、吐出室6となる凹部をKOH水溶液などのエッチング液を用いて異方性エッチングすることにより、このとき高濃度ボロン層がエッチングストップ層となって振動板10が高精度に形成される。また、多結晶シリコン基板で振動板10を形成する場合は、液室基板上に振動板となる多結晶シリコン薄膜を形成する方法、または、予め電極基板2を犠牲材料で平坦化し、その上に多結晶シリコン薄膜を成膜した後、犠牲材料を除去することで形成できる。

【0021】なお、振動板10に別途第一電極となる電極膜を形成してもよいが、上述したように不純物の拡散などによって振動板が電極を兼ねるようにしている。また、振動板10の電極基板2側の面に絶縁膜を形成することもできる。この絶縁膜としてはSiO₂等の酸化膜系絶縁膜、Si₃N₄等の窒化膜系絶縁膜などを用いることができる。絶縁膜の成膜は、振動板表面を熱酸化して酸化膜を形成したり、成膜手法を用いたりすることができる。

5

【0022】また、電極基板2にはパイレックスガラス（珪酸系ガラス）基板を用いて、このパイレックスガラス基板に凹部14を形成して、この凹部14底面に振動板10に対向する対向電極15a、15bを設け、振動板10と対向電極15a、15bとの間にギャップ16を形成し、これらの振動板10と対向電極15a、15bとによってアクチュエータ部（エネルギー発生手段）を構成している。このとき、凹部14の深さはギャップ16の長さを規定することになる。なお、電極基板2にはセラミック基板、シリコン基板なども用いること

でき、導電性を有するシリコン基板を用いた場合には酸化層を形成して、この酸化層に凹部14を形成する。【0023】対向電極15a、15b表面にはSiO₂膜などの酸化膜系絶縁膜、Si₃N₄膜などの窒化膜系絶縁膜からなる誘電絶縁膜17を成膜している。なお、上述したように対向電極15a、15b表面に絶縁膜17を形成しないで、振動板10側に絶縁膜を形成することもできる。

【0024】また、電極基板2の対向電極15a、15bとしては、金、或いは、通常半導体素子の形成プロセスで一般的に用いられるAl、Cr、Ni等の金属材料や、Ti、TiN、W等の高融点金属、または不純物により低抵抗化した多結晶シリコン材料などを用いることができる。

【0025】さらに、電極基板2の凹部14内には、図3に示すように、振動板短手方向の略中央部で対向電極15aと電極15bとの間に、振動板10が変形したときに接触する接触対向部18を設けている。この接触対向部18は対向電極15a、15bと同工程で凹部14の底面に形成したものである。この接触対向部18の表面にも誘電絶縁膜17を形成している。

【0026】さらに、接触対向部18と振動板/液室基板1の振動板10とが当接したときに同電位となるように配線19で相互に接続し、更に振動板10側が電気的にGND（接地）電位となるように配線19は接地している。ただし、接触対向部18と振動板/液室基板1の振動板10とが当接したときに同電位となるのであれば、接地する必要はなく、ある電位に接続されていても良い。

【0027】これらの振動板/液室基板1と電極基板2との接合は陽極接合で行っている。陽極接合は、基板間に電圧（-300V〜500V程度）を印加することで比較的低温（300℃〜400℃）で精密な接合を行うことができる。

【0028】このような陽極接合を確実に行うには、基板の接合界面で基板同士の共有結合が生じるように振動板/液室基板（第1基板1）、或いは電極基板（第2基板）2のどちらかがアルカリイオンを多く含む基板であることが必要があり、また、接合する際、熱応力による基板同士の歪みが少なくなるように基板同士の熱膨張係

6

数が比較的一致している材料を選択することが好ましい。

【0029】ここでは、上記のように第1基板1に単結晶のシリコン基板を使用し、第2基板2にNa等のアルカリイオンを多く含み、シリコン基板と比較的熱膨張係数が一致するパイレックスガラス（珪酸系ガラス）基板を使用するため、基板同士の熱歪みの少ない確実な接合が得られる。

【0030】なお、電極基板2がシリコンで形成される場合、酸化膜を介した直接接合法を用いることができる。この直接接合は1000℃程度の高温化で実施する。また、電極基板2をシリコンで形成して、陽極接合を行う場合には、電極基板2と振動板/液室基板1との間にパイレックスガラスを成膜し、この膜を介して陽極接合を行うこともできる。さらに、振動板/液室基板1と電極基板2にシリコン基板を使用して金等のバインダーを接合面に介在させた共晶接合で接合することもできる。

【0031】ノズル板3には、多数のノズル4を形成するとともに、共通液室8と吐出室6を連通するための流体抵抗部7を形成する溝部を形成している。ここでは、インク吐出面（ノズル表面側）には撥水性皮膜を成膜している。このノズル板3にはステンレス基板を用いているが、その他、エレクトロフォーミング（電鍍）工法によるニッケルメッキ膜、ポリイミド等の樹脂にエキシマレーザー加工をしたもの、金属プレートにプレス加工で穴加工をしたもの等でも用いることができる。

【0032】また、撥水性皮膜は、フッ素系樹脂微粒子であるポリテトラフルオロエチレン微粒子を分散させた電解又は無電解ニッケル共析メッキ（PTFE-Ni共析メッキ）によるメッキ皮膜で形成することができる。

【0033】このインクジェットヘッドではノズル4を二列配置し、この各ノズル4に対応して吐出室6、振動板10、対向電極15なども二列配置し、各ノズル列の中央部に共通液室8を配置して、左右の吐出室6にインクを供給する構成を採用している。これにより、簡単なヘッド構成で多数のノズルを有するマルチノズルヘッドを構成することができる。

【0034】そして、対向電極15aは外部に延設して接続部（電極パッド部）15Aとし、これにヘッド駆動回路であるドライバIC20をFPCケーブル21上へのフリップチップボンドによって実装し、そのFPCケーブル21とインクジェットヘッドとを異方性導電膜などを介して接続している。このとき、電極基板2とノズル板3との間（ギャップ16入口）はエポキシ樹脂等の接着剤を用いたギャップ封止剤22にて気密封止し、ギャップ16内に湿気が侵入して振動板10が変位しなくなるのを防止している。

【0035】さらに、インクジェットヘッド全体をフレーム部材25上に接着剤で接合している。このフレーム

50

部材25にはインクジェットヘッドの共通液室8に外部からインクを供給するためのインク供給穴26を形成しており、またFPCケーブル21等はフレーム部材25に形成した穴部27に収納される。

【0036】このフレーム部材25とノズル板3との間にはエポキシ樹脂等の接着剤を用いたギャップ封止剤28にて封止し、撥水性を有するノズル板3表面のインクが電極基板2やFPCケーブル21等に回り込むことを防止している。

【0037】そして、このヘッドのフレーム部材25にはインクカートリッジとのジョイント部材30が連結されて、フレーム部材25に熱融着したフィルタ31を介してインクカートリッジからインク供給穴26を通じて共通液室8にインクが供給される。

【0038】次に、このように構成したインクジェットヘッドの動作について図4をも参照して説明する。このインクジェットヘッドの対向電極15a、15bにドライバIC20によって正のパルス電圧（駆動波形）を印加すると、対向電極15a、15bの表面がプラス電位に帯電し、対応する振動板10の下面はマイナス電位に帯電する。したがって、振動板10は静電気の吸引作用により下方（対向電極15a、15b側）へ撓む。

【0039】ここで、振動板10に発生する静電吸引力の大きさPは、(1)式のように表される。ただし、 ϵ は振動板10と対向電極15a、15bとの間に存在する空気の誘電率、Sは振動板10と対向電極15a、15bとの間に働く静電気力の有効面積、Vは対向電極15a、15bに印加する駆動電圧、dは振動板10と対向電極15a、15bとの間の実効的なギャップ距離を表わす。

【0040】

【数1】

$$P = \frac{1}{2} \cdot \epsilon \cdot S \cdot \left(\frac{V}{d} \right)^2 \quad \dots\dots(1)$$

【0041】ここで、実効的なギャップ距離dとは、(2)式のような関係を意味し、振動板10と対向電極15a、15bとの間に空気以外の誘電率を有する物質が介在する場合には、dは(2)式のように表わされる。但し、(2)式において、 d_0 は振動板10と対向電極15a、15bとの間に存在する空隙の距離、 d_1 は振動板10と対向電極15a、15bとの間に存在する誘電絶縁層17の厚み、 ϵ_r は誘電絶縁層17の比誘電率を表わす。

【0042】

【数2】

$$d = d_0 + \frac{d_1}{\epsilon_r} \quad \dots\dots(2)$$

【0043】すなわち、振動板10と対向電極15a、15bとの間に、ある誘電率を有する物質を介在させる

と、(2)式のように、その介在させた誘電物質の厚み d_1 とその誘電物質が有する比誘電率 ϵ_r を変化させることによって、振動板10と対向電極15a、15bとの間に発生する電界強度E（すなわち $E = V/d$ ）と、それによって生じる静電吸引力Pの大きさが変化するというのである。したがって、(1)式に示されるように静電吸引力Pは、振動板10と対向電極15a、15bとの間の実効的なギャップ距離dが小さいほど振動板10に大きな静電引力が働くこととなる。

【0044】そこで、このインクジェットヘッドを駆動するときには、図4に示すように、振動板10が対向する対向電極15a、15b方向へ撓み、最終的には振動板10が凹（段）部14内に配置され、振動板10と同電位である接触対向部18に接触するまで変形変位する駆動波形を印加する。

【0045】従来のインクジェットヘッドにあっては、この振動板が駆動電圧Vの印加されている対向電極へ接触した瞬間に、振動板と対向電極との間に発生している電位差が主たる原因で残留電荷が発生していることが、実験上、判明した。そこで、本発明では、振動板10が凹（段）部14内で主に接触する部分に予め接触対向部18を配置し、その接触対向部18を予め電氣的に振動板10側の電位と同電位となるように構成しておくことにより、本質的に残留電荷の発生を未然に防止することができる。

【0046】次に、対向電極15a、15bへのパルス電圧の印加をOFFすると、上記のようにして撓んだ振動板10が復元し、吐出室6内の圧力が急激に上昇するため、ノズル4よりインク液滴が形成され、記録紙に向けてインク吐出が行われる。そして、さらに、再び、対向電極15a、15bへパルス電圧をONすると、振動板10が再び対向する対向電極15a、15b、及び接触対向部18の方向へ撓むので、インクが共通液室8より流体抵抗部7を通じて吐出室6内に補給されるようになる。

【0047】このように、振動板10が変形して対向する対向電極15a、15b側へ接触する際、予め第2基板2の凹（段）部14内に振動板10の接触対向部18を配置し、また、その接触対向部18を予め振動板10側の電位と電氣的に同電位としておくことにより、残留電荷の発生を未然に防止することができ、また、残留電荷の発生が無い場合片方の極性の駆動電圧のみでもインク滴吐出不良の無い安定したインク滴吐出動作を行うことができるようになる。

【0048】なお、この場合、駆動電圧が印加される対向電極15a、15bと振動板10の接触対向部18との間でも電位差が発生するので、対向電極15a、15bと振動板10の接触対向部18との間で電界放出等による放電や短絡等が生じないように十分な電氣的な絶縁処理を施している。

【0049】これを確認するため、上記構成のインクジェットヘッドを使用し、第1基板1の上側にステンレス製の第3基板3をエポキシ系接着剤にて接合し、ドライバIC20等を接続して対向電極15a、15bにパルス状のプラス（正）電圧のみの片極性の電圧を印加して、作製したインクジェットヘッドの印字試験を行った。同様に、比較例として、接触対向部18を持たないインクジェットヘッドも製作して同様の印字試験を行った。

【0050】この試験結果によると、従来の接触対向部18を持たないインクジェットヘッドにあつては、振動板10と対向電極との間で僅か数分の間に徐々に残留電荷が蓄積し、インク滴の吐出不良等が発生して極めてインク滴吐出状態が不安定であつたのに対し、上記第1実施形態のインクジェットヘッドでは、片極性のプラス（正）電圧のみで数時間以上もの間、繰り返し安定してインク吐出することが可能となり、印字品質が安定することが確認された。

【0051】また、片極性のプラス（正）電圧のみでインク滴吐出駆動することが可能となったことから、従来に比較して駆動回路の装置構成がより簡易で小型となり、また、回路コストも30%以上も安価にすることができた。

【0052】次に、本発明の第2実施形態に係るインクジェットヘッドについて図5を参照して説明する。なお、同図は図4と同様な振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図である。

【0053】このインクジェットヘッドでは、前述したような振動板10の接触対向部として、第2基板2の凹（段）部14内に二カ所に接触対向部18a、18bを配置し、また、駆動電圧を印加するための対向電極として、凹部14内に三ヶ所に接触対向部18a、18bを振動板短手方向で挟んで対向電極15a、15b、15cを配置している。

【0054】そして、電極を保護するためのSiO₂等の誘電絶縁層17の厚みを接触対向部18a、18b上と対向電極15a、15b、15c上とで異ならせて、接触対向部18a、18b上の方が厚くなるように形成している。また、接触対向部18a、18bを予め振動板10側の電位と電気的に同電位としていることは前記実施形態と同様である。

【0055】この構成のインクジェットヘッドにおいても、上記のとおり接触対向部18a、18bを予め振動板10側の電位と電気的に同電位としているので、振動板10が接触対向部18a、18bに接触することで、本質的に残留電荷の発生を未然に防止することができる。

【0056】これに加えて、本実施形態の場合、第1実施形態のヘッドに比べて振動板10からの接触対向部18a、18bまでの距離の方が電圧印加される対向電極

15a、15b、15cまでの距離よりも、より短くなっているため、振動板10が電圧印加される対向電極15a、15b、15cにより確実に接触し難くなっており、結果としてより確実に残留電荷の発生を防止でき、より信頼性の高い安定したインク滴吐出動作を行うことができる。

【0057】これを確認するため、このインクジェットヘッドを使用し、第1基板1の上側にステンレス製の第3基板3をエポキシ系接着剤にて接合し、ドライバIC20等を接続して対向電極15a、15b、15cにパルス状のプラス（正）電圧のみの片極性の電圧を印加して、作製したインクジェットヘッドの印字試験を行った。

【0058】この試験結果によれば、第1実施形態のヘッドにおいては、時折、残留電荷の発生のためにインク滴吐出不良が生じるヘッドがあつたのに対し、この第2実施形態のインクジェットヘッドでは、残留電荷によるインク滴吐出不良となるヘッドの発生はなく、歩留まりが向上し、より安定したインク吐出駆動をすることが可能となることを確認できた。

【0059】次に、本発明の第3実施形態に係るインクジェットヘッドについて図6を参照して説明する。なお、同図も図4と同様な振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図である。

【0060】このインクジェットヘッドでも、前述したような振動板10の接触対向部として、第2基板2の凹（段）部14内に二カ所に接触対向部18a、18bを配置し、また、駆動電圧を印加するための対向電極として、凹部14内に三ヶ所に接触対向部18a、18bを振動板短手方向で挟んで対向電極15a、15b、15cを配置している。

【0061】そして、第2実施形態と同じく振動板10からの接触対向部18a、18bまでの距離の方を振動板10から電圧印加される対向電極15a、15b、15cまでの距離よりもより短くするために、凹（段）部14内に凸部14a、14bを二カ所に形成し、この凸部14a、14b上に上記振動板10が接する接触対向部18a、18bを設けている。ここで、接触対向部18a、18bの表面側の材質としては、電極となるような電気的伝導性を有する材質（金属等）のもので形成している。

【0062】このインクジェットヘッドでは、前記第1、第2実施形態のヘッドに比べてその接触対向部18a、18bの表面側に前記のような誘電絶縁層17が無く、金属等の電気的伝導性を有する材質のもので形成されている。

【0063】したがって、例えば、ヘッドの製造途中で何らかの原因により初めから誘電絶縁層17上に電荷が初期帯電するような場合でも、このヘッドであれば、接触対向部18a、18bが予め比較的抵抗の低い電気伝

11

導性を有する材質のもので形成されているので、接触対向部18a、18b上に初めから電荷が帯電しているようなことは発生しない。また、残留電荷に対してもより確実に効果的に発生の防止をすることができる。

【0064】次に、本発明の第4実施形態に係るインクジェットヘッドについて図7を参照して説明する。なお、同図も図4と同様な振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図である。

【0065】このインクジェットヘッドでも、前述したような振動板10の接触対向部として、第2基板2の凹(段)部14内に二ヶ所に接触対向部18a、18bを配置し、また、駆動電圧を印加するための対向電極として、凹部14内に三ヶ所に接触対向部18a、18bを振動板短手方向で挟んで対向電極15a、15b、15cを配置している。

【0066】そして、第3実施形態と同じく振動板10からの接触対向部18a、18bまでの距離の方を振動板10から電圧印加される対向電極15a、15b、15cまでの距離よりもより短くするために、接触対向部18a、18bそれ自体の全体を金属等の前記電氣的伝導性を有する材質のもので構成し、その厚み自体を電圧印加される対向電極15a、15b、15cの厚みよりも厚くするように形成している。

【0067】したがって、このインクジェットヘッドでは、第3実施形態のヘッドに比べて構成が簡易となり、容易に作製可能な構成で第3実施形態と同様な効果が得られる。

【0068】このインクジェットヘッドを使用し、第1基板1の上側にステンレス製の第3基板3をエポキシ系接着剤にて接合し、ドライバIC20等を接続して対向電極15a、15b、15cにパルス状のプラス(正)電圧のみの片極性の電圧を印加して、作製したインクジェットヘッドの印字試験を行った。

【0069】この試験結果によれば、第2実施形態のヘッドにおいては、製造途中での初期帯電によるインク滴吐出不良となるヘッドが発生していたのに対し、この第4実施形態のインクジェットヘッドでは、製造途中での初期帯電によるインク滴吐出不良となるヘッドの発生はなく、歩留まりが向上し、より安定したインクジェットヘッドの製作が可能になることを確認できた。また、ヘッド構成がより簡易となり、容易に作製可能となったので、ヘッドの生産効率が向上するようになった。

【0070】次に、本発明の第5実施形態に係るインクジェットヘッドについて図8を参照して説明する。なお、同図も図4と同様な振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図である。

【0071】このインクジェットヘッドでは、前記第1実施形態と同様に、振動板10の接触対向部18を第2基板2の凹(段)部14内で振動板短手方向略中央部に設け、また、駆動電圧を印加するための対向電極とし

12

て、凹部14内に二ヶ所に接触対向部18を振動板短手方向で挟んで対向電極15a、15bを配置している。

【0072】さらに、第2実施形態と同様に、振動板10と接触対向部18までの距離の方を振動板10と電圧印加される対向電極15a、15bまでの距離よりも短くするため、接触対向部18を保護するための誘電絶縁層17の厚みを接触対向部18上の方が対向電極15a、15b上の絶縁層17より厚くなるように形成している。

【0073】このように構成した場合、第2、第3実施形態のヘッドに比べてより簡易な構成で確実に安定して残留電荷の発生を未然に防止する効果が十分得られる。

【0074】次に、本発明の第6実施形態に係るインクジェットヘッドについて図9を参照して説明する。なお、同図も図4と同様な振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図である。

【0075】このインクジェットヘッドでも、前記第1実施形態と同様に、振動板10の接触対向部18を第2基板2の凹(段)部14内で振動板短手方向略中央部に設け、また、駆動電圧を印加するための対向電極として、凹部14内に二ヶ所に接触対向部18を振動板短手方向で挟んで対向電極15a、15bを配置している。そして、振動板10の接触対向部18表面側に誘電絶縁層17を形成している。

【0076】このように構成した場合、第2、第3実施形態のヘッドに比べてより簡易な構成で確実に安定して残留電荷の発生を未然に防止する効果が十分得られる。

【0077】次に、本発明の第7実施形態に係るインクジェットヘッドについて図10を参照して説明する。なお、同図も図4と同様な振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図である。

【0078】このインクジェットヘッドでも、前記第1実施形態と同様に、振動板10の接触対向部18を第2基板2の凹(段)部14内で振動板短手方向略中央部に設け、また、駆動電圧を印加するための対向電極として、凹部14内に二ヶ所に接触対向部18を振動板短手方向で挟んで対向電極15a、15bを配置している。

【0079】さらに、第3実施形態と同様に、振動板10と接触対向部18までの距離の方を振動板10と電圧印加される対向電極15a、15bまでの距離よりも短くするため、振動板10と接触対向部18との間の距離の方を振動板10と電圧印加される対向電極15a、15bとの間の距離よりもより短くするため、凹(段)部14内に凸部14aを一ヶ所設け、その凸部14a上に金属等の電氣的伝導性を有する材質の接触対向部18を形成している。

【0080】このように構成した場合、第2、第3実施形態のヘッドに比べてより簡易な構成で確実に安定して残留電荷の発生を未然に防止する効果が十分得られる。

【0081】これらの各実施形態において、複数のノズ

13

ルのヘッドの対向電極15a、15bと振動板10の接触対向部18とを第2基板2上に配置する場合には、図11に示すように各ヘッドの対向電極15a、15bと振動板10の接触対向部18を第2基板2上に図のようにパターン形成し、各接触対向部18を同図に示すようにパターン形成された配線40で結線することにより、複数のノズルにおいても残留電荷の発生を防止しながら、安定したインク吐出駆動を行うことが可能となる。

【0082】次に、本発明の第8実施形態に係るインクジェットヘッドについて図12を参照して説明する。なお、同図も図4と同様な振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図である。

【0083】このインクジェットヘッドでは、振動板10が接触する接触対向部18を第2基板2の凹(段)部14内において図示のように駆動電圧を印加するための対向電極15の表面上に誘電絶縁層17を介して設置している。また、前記と同様に接触対向部18は振動板10の振動板短手方向に対してほぼ中央部に一か所設けている。この場合、振動板10の接触対向部18は対向電極15表面上に誘電絶縁層17を介して形成するので、必然的に振動板10と接触対向部18との間の距離の方が振動板10と電圧印加される対向電極15との間の距離よりも短くなる。

【0084】このように構成した場合、前記第2、第3実施形態のヘッドに比べてより簡易な構成で容易に作製可能となり、また、より確実に安定して残留電荷の発生を未然に防止する効果が得られる。

【0085】このインクジェットヘッドを使用し、第1基板1の上側にステンレス製の第3基板3をエボキシ系接着剤にて接合し、ドライバIC20等を接続して対向電極15にパルス状のプラス(正)電圧のみの片極性の電圧を印加して、作製したインクジェットヘッドの印字試験を行った。

【0086】この試験結果によれば、第2、第3実施形態のヘッドにおいては、製造途中においてヘッド不良によりNGとなるヘッドが発生していたのに対し、この実施形態のヘッドでは、ヘッド不良によるNGが減少し、ヘッドの歩留まりがより向上し、より安定したインクジェットヘッドを得ることができた。また、ヘッド構成がより簡易となり、より容易に作製可能となったため、ヘッドの生産効率が向上するようになった。

【0087】次に、本発明に係るインク滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドを搭載したインクジェット記録装置の機構部の概要について図13を参照して簡単に説明する。このインクジェット記録装置は、両側の側板51、52間に主支持ガイドロッド53及び従支持ガイドロッド54を略水平な位置関係で横架し、これらの主支持ガイドロッド53及び従支持ガイドロッド54でキャリッジ55を主走査方向に摺動自在に支持している。

【0088】キャリッジ8には、それぞれイエロー

14

(Y)インク、マゼンタ(M)インク、シアン(C)インク、ブラック(Bk)インクをそれぞれ吐出する4個の本発明に係るインクジェットヘッドからなるヘッド56y、56m、56c、56kを、その吐出面(ノズル面)を下方に向けて搭載し、またキャリッジ55にはヘッド56(符号「56」は、「56y、56m、56c、56k」のいずれか又は総称である。)のト側に4個のヘッド56に各々インクを供給するための各色のインク供給体である4個のインクカートリッジ57(符号「57」は、「57y、57m、57c、57k」のいずれか又は総称)を交換可能に搭載している。

【0089】そして、キャリッジ55は主走査モータ58で回転される駆動プーリ(駆動タイミングプーリ)59と従動プーリ(アイドルプーリ)60との間に張装したタイミングベルト61に連結して、主走査モータ58を駆動制御することによってキャリッジ55、即ち4個のヘッド56を主走査方向に移動するようにしている。

【0090】また、側板51、52をつなぐ底板62上にサブフレーム63、64を立設し、このサブフレーム63、64間に用紙66を主走査方向と直交する副走査方向に送るための搬送ローラ65を回転自在に保持している。そして、サブフレーム64側方に副走査モータ67を配設し、この副走査モータ67の回転を搬送ローラ65に伝達するために、副走査モータ67の回転軸に固定したギヤ68と搬送ローラ65の軸に固定したギヤ69とを備えている。

【0091】さらに、側板51とサブフレーム62との間には、ヘッド56の信頼性維持回復機構(以下、「サブシステム」という。)71を配置している。サブシステム71は、各ヘッド56の吐出面をキャッピングする4個のキャップ手段72をホルダ73で保持し、このホルダ73をリンク部材74で揺動可能に保持して、キャリッジ55の主走査方向の移動でホルダ73に設けた係合部75にキャリッジ55が接触することで、キャリッジ55の移動に従ってホルダ73がリフトアップしてキャップ手段72でヘッド56の吐出面をキャッピングし、キャリッジ55が印写領域側へ移動することで、キャリッジ55の移動に従ってホルダ73がリフトダウンしてキャップ手段72がヘッド56の吐出面から離れるようにしている。

【0092】なお、キャップ手段72は、それぞれ吸引チューブ76を介して吸引ポンプ77に接続すると共に、大気開放口を形成して、大気開放チューブ及び大気開放バルブを介して大気に連通している。また、吸引ポンプ77は吸引した廃液(廃インク)をドレインチューブ等を介して廃液貯留槽に排出する。

【0093】さらに、ホルダ73の側方には、ヘッド56の吐出面56aをワイピングする繊維部材、発泡部材或いはゴム等の弾性部材からなるワイピング手段であるワイブレード80をブレードアーム81に取付け、こ

15

のブレードアーム81は揺動可能に軸支し、図示しない駆動手段で回転されるカムの回転によって揺動させるようにしている。

【0094】このように構成したこの記録装置では、ヘッド56（キャリッジ55）を主走査方向に移動走査させながら、用紙66を副走査方向に搬送して、各ヘッドのノズルから所要の色のインク滴を吐出させることによって、用紙66上に所要のカラー画像（モノクロ画像を含む。）を記録する。

【0095】このとき、前述したように本発明に係るインクジェットヘッドは、残留電荷の発生がなく、安定したインク滴吐出動作を行うことができるとともに、片極性の駆動波形でインク滴吐出動作を行うことができるので、駆動回路の構成が簡単になり、装置構成が簡易で、小型化を図れる。

【0096】なお、上記実施例においては、本発明を振動板変位方向とインク滴吐出方向が同じになるサイドシュータ方式のインクジェットヘッドに適用したが、振動板変位方向とインク滴吐出方向と直交するエッジシュータ方式のインクジェットヘッドにも同様に適用することができる。さらに、インクジェットヘッドだけでなく液体レジスト等を吐出させる液滴吐出ヘッドなどにも適用できる。

【0097】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るインク滴吐出ヘッドによれば、振動板が変形したときに振動板が接する接触対向部を有し、この接触対向部は振動板と同電位であるので、残留電荷が発生せず、安定したインク滴吐出動作を行うことができる。

【0098】ここで、接触対向部の表面とその接触対向部に接する振動板の表面とは電気的伝導性を有していることで、片極性の駆動波形でもより確実に残留電荷の発生を防止することができ、ヘッドの歩留まりが向上し、より安定したヘッドの製作が可能になる。

【0099】また、振動板と接触対向部との間の距離を振動板と対向電極との間の距離より短くすることで、片極性の駆動波形でもより確実に残留電荷の発生を防止することができ、より信頼性を向上できる。この場合、接触対向部の高さを対向電極の高さよりも高くすることで、より容易に残留電荷の発生を防止したヘッドを得ることができる。さらに、接触対向部は振動板短手方向の略中央部に設けることで、より容易に残留電荷の発生を防止したヘッドを得ることができる。

【0100】また、対向電極の表面側に絶縁層を設け、

16

この絶縁層上に振動板が接する接触対向部を設けることで、より簡易な構成で確実に残留電荷の発生を防止でき、安定したヘッドを効率的に製作することが可能になる。この場合、接触対向部は対向電極の振動板短手方向の略中央部に設けることで、より簡易な構成で確実に残留電荷の発生を防止できる。

【0101】本発明に係るインクジェット記録装置によれば、インク滴を吐出するインクジェットヘッドに本発明に係るインク滴吐出ヘッドを用いたので、安定した画像品質を得ることができ、装置の構成も簡単になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係るインク滴吐出ヘッドの分解斜視説明図

【図2】同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図

【図3】同ヘッドの振動板短手方向の要部拡大断面図

【図4】同ヘッドの振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図

【図5】本発明の第2実施形態に係るインク滴吐出ヘッドの振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図

【図6】本発明の第3実施形態に係るインク滴吐出ヘッドの振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図

【図7】本発明の第3実施形態に係るインク滴吐出ヘッドの振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図

【図8】本発明の第4実施形態に係るインク滴吐出ヘッドの振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図

【図9】本発明の第5実施形態に係るインク滴吐出ヘッドの振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図

【図10】本発明の第5実施形態に係るインク滴吐出ヘッドの振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図

【図11】上記各実施形態における複数のノズル間の配線構造を説明する平面説明図

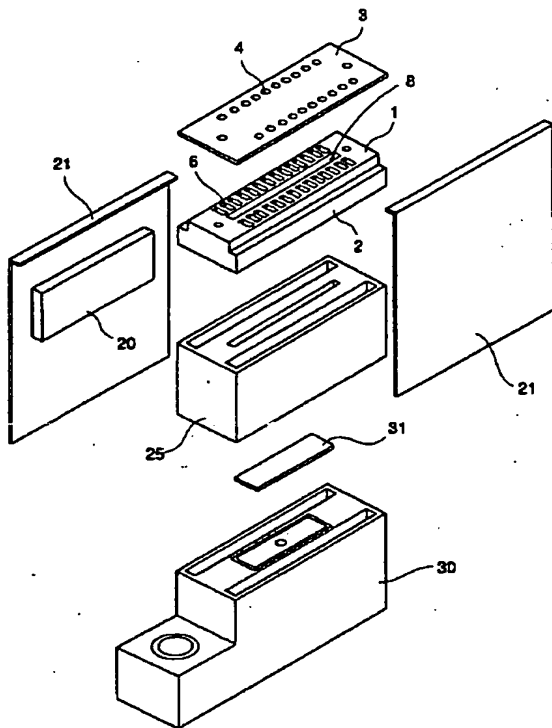
【図12】本発明の第6実施形態に係るインク滴吐出ヘッドの振動板変形時の振動板短手方向の要部拡大説明図

【図13】本発明に係るインクジェット記録装置の機構部の概略説明図

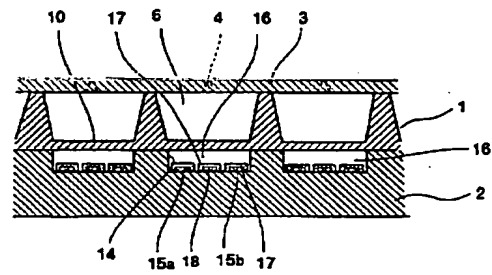
【符号の説明】

1…振動板／液室基板、2…電極基板、3…ノズル板、4…ノズル、6…吐出室、7…流体抵抗部、8…共通液室、10…振動板、14…凹部、14a、14b…凸部、15、15a、15b、15c…対向電極、17…絶縁膜、18、18a、18b…接触対向部、19…配線、20…ドライバIC、55…キャリッジ、56…ヘッド。

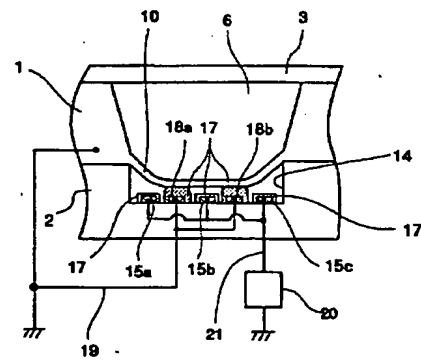
【図 1】



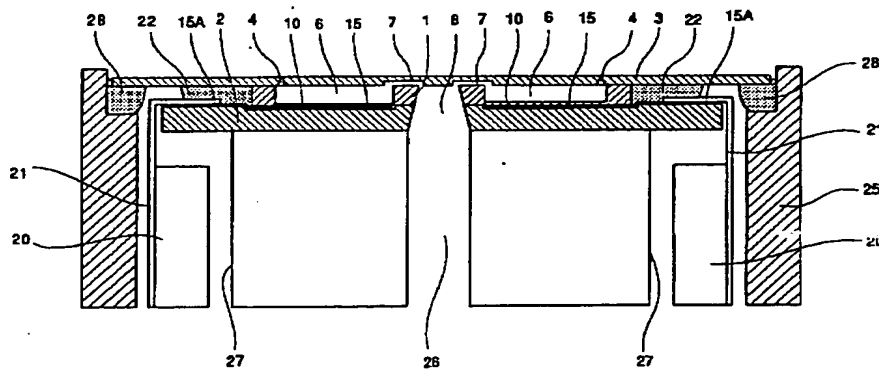
【図 3】



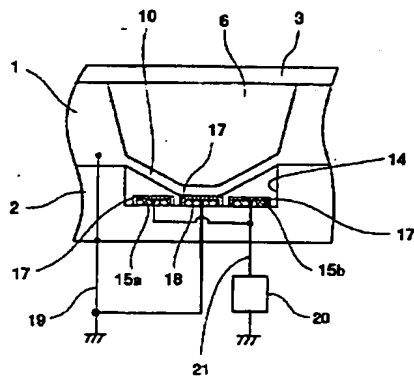
【図 5】



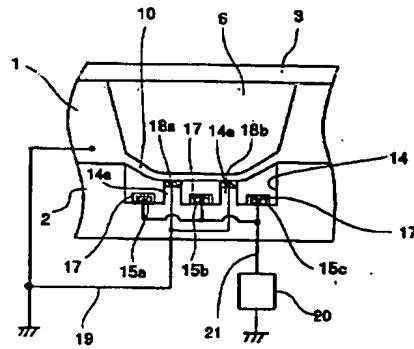
【図 2】



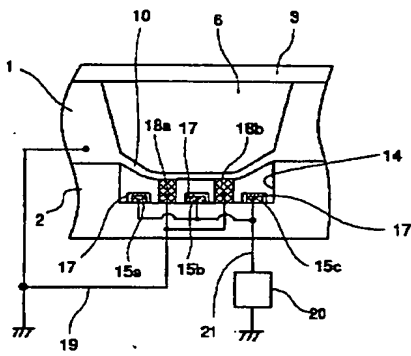
【図 4】



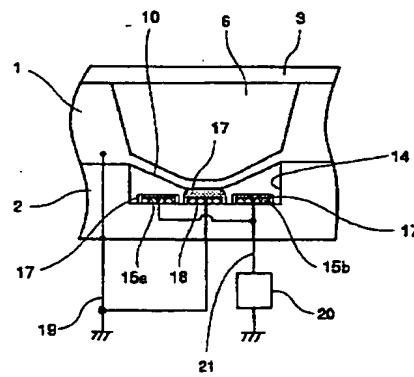
【図 6】



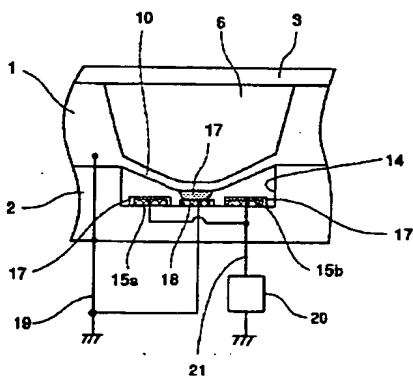
【図 7】



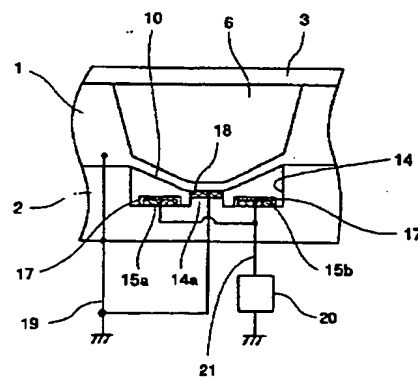
【図 8】



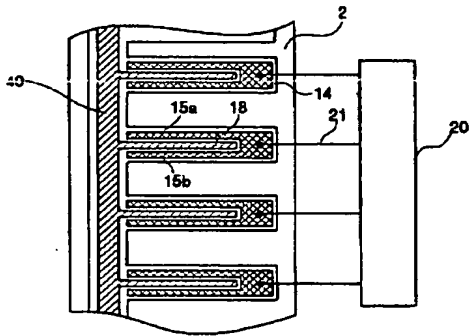
【図 9】



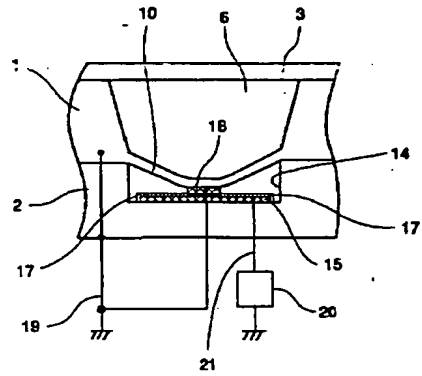
【図 10】



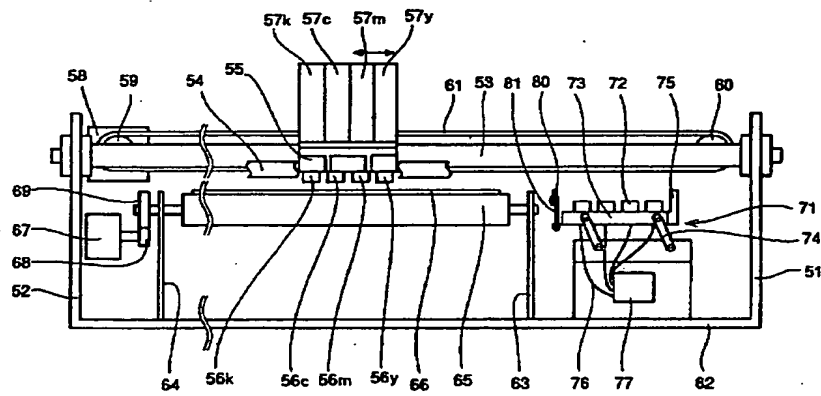
【図11】



【図12】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.